

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003年12月24日 (24.12.2003)

PCT

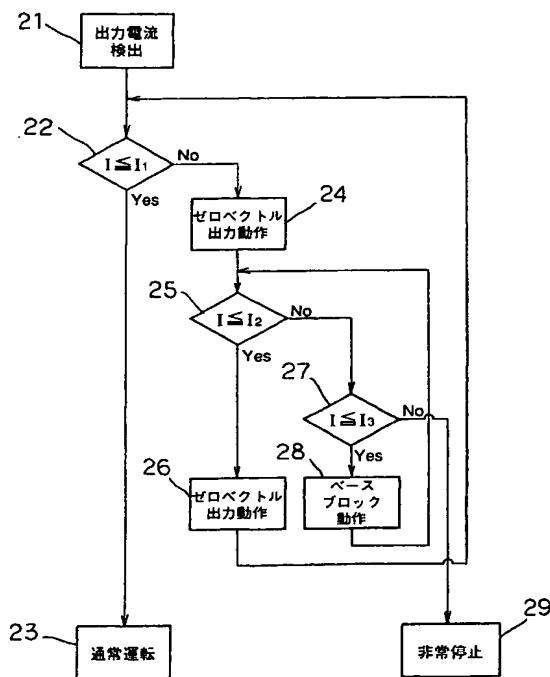
(10) 国際公開番号  
WO 03/107521 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H02M 7/48 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 善之  
(TANAKA, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒806-0004 福岡県 北九  
州市 八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機  
内 Fukuoka (JP). 山中 克利 (YAMANAKA, Katsutoshi)  
[JP/JP]; 〒806-0004 福岡県 北九州市 八幡西区黒崎城  
石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 渡辺  
英司 (WATANABE, Eiji) [JP/JP]; 〒806-0004 福岡県 北  
九州市 八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電  
機内 Fukuoka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/07087
- (22) 国際出願日: 2003年6月4日 (04.06.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-171256 2002年6月12日 (12.06.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社  
安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI)  
[JP/JP]; 〒806-0004 福岡県 北九州市 八幡西区黒崎城  
石 2 番 1 号 Fukuoka (JP).
- (74) 代理人: 小栗 昌平, 外 (OGURI, Shohei et al.); 〒107-  
6028 東京都 港区 赤坂一丁目 1 2 番 3 2 号 アーク森  
ビル 2 8 階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: PWM INVERTER CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: PWMインバータ制御装置および制御方法



21...OUTPUT CURRENT DETECTION  
24...ZERO VECTOR OUTPUT OPERATION  
26...ZERO VECTOR OUTPUT OPERATION  
28...BASE BLOCK OPERATION  
23...NORMAL OPERATION  
29...EMERGENCY STOP

(57) Abstract: A multi-level PWM inverter control device capable of safely switching from normal operation to protection operation and safely and smoothly returning to the normal operation from the protection operation without requiring a complicated algorithm. When the measured current value  $I$  is equal to or greater than a first reference value  $I_1$  and smaller than a second reference value  $I_2$ , a zero vector starting from the OOO state at which intermediate potential is output for all the phases is output (step 22). When the current value  $I$  is equal to or greater than the second reference value  $I_2$  and smaller than a third reference value  $I_3$ , after the zero vector is output, a base block operation for turning off all the switching elements is performed (step 28). When the current value  $I$  becomes greater than the third reference value  $I_3$ , an emergency stop is performed (step 29). When returning to the normal operation after performing the base block, the zero vector output operation is performed before returning to the normal operation.

(57) 要約: 本発明の課題は、マルチレベルPWMインバータ制御装置において、複雑な制御アルゴリズムを必要とせず、通常動作から保護動作への切り替わりを安全に行い、保護動作から通常運転への復帰を安全にかつスムーズに行う。本発明においては、測定された電流値 $I$ が第1の基準値 $I_1$ 以上で第2の基準値 $I_2$ よりも小さいレベルとなった場合、全ての相について中間電位が出力される状態であるOOO状態から始まるゼロベクトルを出力する(ステップ22)。電流値 $I$ が第2の基準値 $I_2$ 以上第3の基準値 $I_3$ よりも小さいレベルとなった場合、ゼロベクトルを出力後に全てのスイッチング素子をオフ状態とするベースブロック動作を行い(ステップ28)、電流値 $I$ が第3の基準値 $I_3$ 以上となった場合、非常停止を行う(ステップ29)。ベースブロック動作を行ってから通常動作に復帰する際、ゼロベクトルの出力動作を行ってから通常動作への復帰を行う。



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

## PWMインバータ制御装置および制御方法

## 5 &lt;技術分野&gt;

本発明は、PWMインバータ制御装置に関し、特に、プラスレベルの直流母線電圧とマイナスレベルの直流母線電圧との間に各相毎に4つのスイッチング素子が直列接続されたマルチレベルPWMインバータ制御装置に関する。

## 10 &lt;背景技術&gt;

交流電動機の回転速度の制御を行うためにPWMインバータ制御装置が広く用いられている。このPWMインバータ制御装置の出力電流が何らかの異常で増加した場合、PWMインバータ制御装置の安全と負荷として接続される機器の安全のため、出力電流の制限や保護動作を行う必要がある。このような保護動作を実現するため、スイッチング素子のオン、オフを制御するゲート信号を遮断して全てのスイッチング素子をオフ状態とすることにより保護を行うベースブロック動作を用いて安全を確保することが従来から行われていた。

このような従来のPWMインバータ制御装置において、出力電流の異常を検出して保護を行う動作を、図4のフローチャートに示す。まず、出力電流を検出してその電流値を $I$ とし（ステップ41）、この電流値 $I$ と予め設定された基準値 $I_{th}$ との比較を行う（ステップ42）。ステップ42において、電流値 $I$ が基準値 $I_{th}$ よりも小さい場合には通常運転を行い（ステップ43）、電流値 $I$ が基準値 $I_{th}$ 以上の場合には、ベースブロック動作を行う（ステップ44）。そして、次の制御周期が来ると、同様にして電流値 $I$ と基準値 $I_{th}$ を比較し、電流値 $I$ が基準値 $I_{th}$ よりも小さくなるまでベースブロック動作を継続する。

このような従来のPWMインバータ制御装置によれば、何等かの異常が発生し出力電流が増加した場合、ベースブロック動作が行われ保護動作が行われる。しかし、正、負の2レベル間で出力電圧を切り替えるPWMインバータ制御装置だ

けでなく、発生する高調波成分を削減することを目的として、正、中間電位、負の3つのレベルの間で出力電圧を切り替えるマルチレベルPWMインバータ制御装置が提案されている。

マルチレベルPWMインバータ制御装置では、各スイッチング素子の両端には  
5 直流電源の半分の電圧しか印加されない。そのため、各スイッチング素子の耐圧は直流電源の電圧の半分の電圧しかなく、直流電源の電圧がそのまま両端に印加されると過電圧破壊を起こしてしまう。そして、このようなマルチレベルPWMインバータ制御装置では、スイッチさせるスイッチング素子数も多く構成が複雑なため、ベースブロックによる保護動作を行った場合に問題が発生する。この問題とは、通常動作からベースブロック動作に切り替わる際、またベースブロック動作から通常動作に切り替わる際に、各スイッチング素子の動作タイミングがずれ、それにより通常の倍以上の電圧が1つのスイッチング素子に印加され、過電圧破壊を起こしてしまうことである。

例えば、直列に接続された4つのスイッチング素子のうちの3つが同時にオン  
15 状態となった場合には、残りの1つのスイッチング素子には直流電源の電圧がそのまま印加されて破壊されてしまう。

このような弊害を防止するために、特開平10-164854号公報に記載されているように、電源短絡や過電流によりスイッチング素子がブレイクダウンした場合に異常状態を検出し、過電圧によるさらなるスイッチング素子の破壊を防止するように、特定のスイッチング素子を遮断するタイミングを遅らせる方法が  
20 提案されている。

このような特定のスイッチング素子を遮断するタイミングを遅らせる方法によれば、スイッチング素子の破壊を防止して装置の保護を行うことは可能である。

しかし、マルチレベルPWMインバータ制御装置を安全に保護するとともに通常  
25 運転へのスムーズな復帰を実現しようとした場合、非常に複雑なタイミングの制御が必要となってしまう。

また、検出された過電流等の異常が一時的なものの場合、保護動作から通常動作へスムーズに復帰することが要求されるが、スイッチング素子を全てオフとす

るベースブロックによる保護方法や、さらに特定のスイッチング素子を遮断するタイミングを遅らせるような保護方法では、通常動作への復帰をスムーズに行うことは困難である。

上述した従来のマルチレベルPWMインバータ制御装置では、下記のような問題点があった。

(1) ベースブロックによる保護動作のみを行った場合、スイッチング素子に過電圧が印加された破壊されてしまう可能性がある。

(2) 特定のスイッチング素子を遮断するタイミングを遅らせるようにしてスイッチング素子の破壊を防止しようとした場合、制御アルゴリズムが複雑となる。

(3) 全てのスイッチング素子をオフ状態とした保護動作を行った場合、保護動作から通常動作への復帰をスムーズに行うことが困難である。

本発明の目的は、通常動作から保護動作へ安全に切り替わり、また保護動作から通常運転に復帰する際にもインバータ本体の安全を確保するとともに、負荷として接続される機器にも安全な電力供給を行うことができる保護動作を簡単なアルゴリズムにより実現することができるマルチレベルPWMインバータ制御装置を提供することである。

#### <発明の開示>

上記目的を達成するために、本発明のPWMインバータ制御装置は、プラスレベルの直流母線電圧とマイナスレベルの直流母線電圧との間に各相毎に4つのスイッチング素子が直列接続されたPWMインバータ制御装置であって、

出力電流の電流値を検出する電流検出回路と、

前記電流検出回路により測定された電流値が予め設定された第1の基準値以上で前記第1の基準値よりも大きなレベルである第2の基準値よりも小さいレベルとなった場合、全ての相を、プラスレベルの直流母線電圧側から2番目と3番目のスイッチング素子がオンして前記直流母線電圧のプラスレベルとマイナスレベルの間の電圧である中間電位を出力している状態であるO状態から始まるゼロベクトルを出力し、前記電流値が前記第2の基準値以上で前記第2の基準値よりも

大きなレベルである第3の基準値よりも小さいレベルとなった場合、前記ゼロベクトルを出力した後に全てのスイッチング素子をオフ状態とするベースブロック動作を行い、前記電流値が前記第3の基準値以上となった場合、非常停止を行うコントローラとを備えている。

- 5      本発明によれば、電流検出回路により検出された電流値  $I$  が第1の電流値以上となった場合、常にOOO状態から始まるゼロベクトル状態となった後に、ベースブロック動作または非常停止動作が行われる。そのため、保護動作が行われる直前のスイッチング素子の状態がP、N、Oのいずれの状態であっても、電圧変化は直流電源の半分の電圧に抑えられスイッチング素子が過電圧により破壊されることはない。

また、P、N、Oという状態は通常動作の際にも使用される状態であるため、PPP、OOO、NNNというゼロベクトルの状態から通常動作への復帰をスムーズに行うことが可能であり、複雑なアルゴリズムを必要とせずに保護動作を行うことができる。

- 15      また、前記コントローラは、ベースブロック動作を行ってから通常動作に復帰する際、ゼロベクトルの出力動作を行ってから通常動作への復帰を行うようにしてもよい。

- 本発明によれば、保護動作から通常動作へ復帰する際には、かならずゼロベクトル出力動作を経るようになっていたため、保護動作から通常動作へ復帰する際にスイッチング素子が過電圧により破壊されることを防ぐことができる。

- 20      また、本発明のPWMインバータ制御装置は、プラスレベルの直流母線電圧とマイナスレベルの直流母線電圧との間に各相毎に4つのスイッチング素子が直列接続されたPWMインバータ制御装置であって、

出力電流の電流値を検出する電流検出回路と、

- 25      前記電流検出回路により測定された電流値が予め設定された基準値以上となった場合、全ての相を、プラスレベルの直流母線電圧側から2番目と3番目のスイッチング素子がオンして前記直流母線電圧のプラスレベルとマイナスレベルの間の電圧である中間電位を出力している状態であるO状態とするようなゼロベクト

ルを出力してから、全てのスイッチング素子をオフ状態とするベースブロック動作を行い、前記電流値が前記基準値より小さくなった場合、全ての相を前記O状態とするようなゼロベクトルを出力してから通常運転に復帰するコントローラとを備えている。

5 本発明によれば、通常動作からベースブロック動作による保護動作へ切り替わる際、保護動作から通常動作へ復帰する際には、必ずOOO状態から始まるゼロベクトル状態となるように設定されている。そのため、通常動作から保護動作へ切り替わる際および保護動作から通常動作へ復帰する際、スイッチング素子が過電圧により破壊されるのを防ぐことができる。

10 さらに、前記ゼロベクトルを、

全ての相が、プラスレベルの直流母線電圧側から2番目と3番目のスイッチング素子がオンして前記直流母線電圧のプラスレベルとマイナスレベルの間の電圧である中間電位を出力している状態となるOOO状態から始まり、

15 全ての相が、プラスレベルの直流母線電圧側から1番目と2番目のスイッチング素子がオンして前記直流母線電圧のプラスレベルを出力している状態となるPPP状態と、全ての相が、プラスレベルの直流母線電圧側から3番目と4番目のスイッチング素子がオンして前記直流母線電圧のマイナスレベルを出力している状態となるNNN状態との間にはからなずOOO状態となるようなベクトルとしてもよい。

20

#### <図面の簡単な説明>

図1は、本発明の第1の実施形態のPWMインバータ制御装置の構成を示すブロック図である。

25 図2は、本発明の第1の実施形態のPWMインバータ制御方法を示すフローチャートである。

図3は、本発明の第2の実施形態のPWMインバータ制御方法を示すフローチャートである。

図4は、従来のPWMインバータ制御方法を示すフローチャートである。

なお、図中の符号、1はコントローラ、2は電流検出回路、3は直流電源、41～44はステップ、11～12は分圧コンデンサ、101～112はスイッチング素子、201～212はフリーホイールダイオード、301～306はクランプダイオードである。

5

### <発明を実施するための最良の形態>

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

#### (第1の実施形態)

10 図1は本発明の第1の実施形態のPWMインバータ制御装置の構成を示すブロック図である。

本実施形態のPWMインバータ制御装置は、コントローラ1と、電流検出回路2と、直流電源3と、平滑コンデンサ11、12と、スイッチング素子101～112と、フリーホイールダイオード201～212と、中間レベル出力用クランプダイオード301～306とから構成されている。

15 コントローラ1は、各スイッチング素子101～112のゲートに入力されているゲート信号を制御することにより、各スイッチング素子101～112のオン／オフのタイミングを制御している。電流検出回路2は、PWMインバータ制御装置からの出力電流の電流値を測定している。

20 このPWMインバータ制御装置では、各相毎に4つのスイッチング素子が直列接続されていて、例えば4つのスイッチング素子101～104により構成される回路においては、スイッチング素子101、102がオンされた場合、正の電圧が出力され、スイッチング素子102、103がオンされた場合、中間電位が出力され、スイッチング素子103、104がオンされた場合、負の電圧が出力される。

25 以降の説明においては、スイッチング素子101～112のうちの直列接続された4つのスイッチング素子の組を1相として、上側よりS1、S2、S3、S4とすると、上側2つのスイッチング素子S1とS2がオンしている状態を直流



母線電圧のプラスレベルを出力するP状態、真中2つのスイッチング素子S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub>がオンしている状態をコンデンサ分圧された中性点電圧を出力するO状態、下側2つのスイッチング素子S<sub>3</sub>、S<sub>4</sub>がオンしている状態を直流母線のマイナスレベルを出力するN状態として表現する。

- 5      本実施形態におけるコントローラ1は、通常動作中においては各相の状態をそれぞれP、N、Oのいずれかの状態にすることによりモータへの出力電圧を制御している。そして、本実施形態においては、コントローラ1は、保護動作を行う場合、各スイッチング素子を制御してゼロベクトル状態とすることにより各スイッチング素子の保護および接続される機器の保護を行う。ここで、ゼロベクトル
- 10      状態とは、各相の出力電圧を同じレベルとする状態であり三相マルチレベルPWMインバータ制御装置を例にとり、各相を順番に記述すると、PPP、OOO、NNNの3種類の状態がゼロベクトル状態である。

- 図1に示した本実施形態のPWMインバータ制御装置は、コントローラ1の制御アルゴリズムのみに特徴を有しており、その他の回路構成は従来のマルチレベルPWMインバータ制御装置と同様であるためその詳しい説明は省略する。
- 15

次に、本実施形態のマルチレベルPWMインバータ制御装置の動作について図2のフローチャートを参照して詳細に説明する。

- 20      先ず、電流検出回路2により出力電流を検出してその電流値をIとし（ステップ21）、コントローラ1は、この電流値Iと予め設定された第1の基準値 $I_1$ との比較を行う（ステップ22）。ステップ22において、電流値Iが第1の基準値 $I_1$ よりも小さい場合にはコントローラ1は通常運転を行う（ステップ23）。ステップ22において電流値Iが第1の基準値 $I_1$ 以上の場合、コントローラ1は通常動作を中止し、安全のためゼロベクトルを出力する動作に切り替わる。

- 25      ここで、ゼロベクトルを出力する動作について説明すると、コントローラ1は、PPP、OOO、NNNのベクトルを順番に切り替えながら出力するが、ゼロベクトルを出力する動作に切り替わる際には必ずOOOから出力されるように設定する。それは、ゼロベクトルを出力する直前のパルスパターンが予測できないた

め、ゼロベクトルを出力する動作に切り替わる際に、PPP、NNNを初めに出力した場合、スイッチング素子にかかる電圧が急激に変化し、またスイッチング素子のオン、オフタイミングのばらつきがあるため最悪の状態では1つのスイッチング素子に全電圧がかかり、機器の破壊に至るためである。

- 5      例えば、ある相の4つのスイッチング素子の状態がP状態の場合、保護動作としてその相のスイッチング素子の状態をN状態とした場合、プラスレベルからマイナスレベルまで電圧が変化するため直流電源3の電圧分の電圧変動が発生する。また、逆に、ある相の4つのスイッチング素子の状態がN状態の場合、保護動作としてその相のスイッチング素子の状態をP状態とした場合、マイナスレベルから
- 10      プラスレベルまで電圧が変化するため直流電源3の電圧分の電圧変動が発生する。これに対して、ある相のスイッチング素子の状態をOの状態にした場合、その前の状態がP、N、Oのいずれの状態であっても、電圧の変化は最大でも直流電源3の半分の電圧で済み、スイッチング素子のオン/オフタイミングのばらつきがあっても1つのスイッチング素子には直流電源3の半分の電圧しか印加される
- 15      ことはない。

また、PPPのゼロベクトルを出力した直後にNNNのゼロベクトルを出力する場合とその逆の場合は、上記でも説明したように、スイッチング素子のオン、オフタイミングのばらつきにより1つのスイッチング素子に全電圧がかかる危険性があるため、PPP、NNNのゼロベクトルを出力する前後にOOOのゼロベ

20      クトルを出力するように設定するとより安全である。

次に、コントローラ1は、ステップ24においてゼロベクトルを出力した後に、検出された出力電流値 $I$ と第2の基準値 $I_2$ との比較を行う（ステップ25）。ステップ25において電流値 $I$ が第2の基準値 $I_2$ より小さい場合、ゼロベクトルの出力動作を継続して（ステップ26）、第1の比較値 $I_1$ との比較を行う処理へ戻る（ステップ22）。ステップ22において電流値 $I$ が第1の基準値 $I_1$ より小さい場合は、通常運転に復帰するが（ステップ23）、電流値 $I$ が第1の基準値 $I_1$ 以上の場合には、ゼロベクトルを出力する動作を継続する。従って、電流値 $I$ が第1の基準値 $I_1$ 以上であり、第2の基準値 $I_2$ より小さい場合はゼロベクトルが

25

出力され続ける。

ステップ 2 5 における電流値  $I$  と第 2 の基準値  $I_2$  との比較において、検出された出力電流値  $I$  が第 2 の基準値  $I_2$  以上の場合、コントローラ 1 は、電流値  $I$  と第 3 の基準値  $I_3$  との比較を行う（ステップ 2 7）。ステップ 2 7 において、電流値  $I$  が第 3 の基準値  $I_3$  よりも小さい場合、コントローラ 1 は、全てのスイッチング素子 1 0 1 ~ 1 1 2 の動作を停止するベースブロック動作を行う（ステップ 2 8）。そして、ステップ 2 8 の処理の後、電流値  $I$  と第 2 の比較値  $I_2$  との比較を行う処理へ戻り（ステップ 2 5）、上述したと同様の処理が行われるが、電流値  $I$  が第 2 の基準値  $I_2$  以上の場合、ベースブロック動作が継続される。従って、電流値  $I$  が第 2 の基準値  $I_2$  以上であり、第 3 の基準値  $I_3$  より小さい場合、コントローラ 1 はベースブロック動作を続ける。

ステップ 2 7 における電流値  $I$  と第 3 の基準値  $I_3$  との比較において、検出した電流値  $I$  が第 3 の基準値  $I_3$  以上の場合、コントローラ 1 は、最終的な保護としてインバータの動作を中止し、全ての安全を確認して再起動を行うよう警告する（ステップ 2 9）。

上記の処理において、ベースブロックによる保護動作を行い全てのスイッチング素子 1 0 1 ~ 1 1 2 をオフした状態から通常動作に復帰する場合、直接通常動作に復帰したのでは機器に接続されるモータ等の状況により、ショックが発生する可能性がある。そのため、コントローラ 1 は、ステップ 2 8 におけるベースブロック動作を行った後に、直接通常動作に復帰することなく、必ずステップ 2 6 のゼロベクトルを出力する動作を経ってから通常動作に復帰するよう設定されている。

尚、上記の第 1 の基準値  $I_1$  は、定格電流値よりも少し大きいレベルを設定する。つまり、この第 1 の基準値  $I_1$  は、急加減速や、負荷の変動により定格電流値をオーバーしたが、短時間であれば許容されるレベルである。従って、コントローラ 1 は、ゼロベクトルを出力しつつ、電流値  $I$  が減少するのを待ち、この第 1 の基準値  $I_1$  を下回れば通常の動作に戻る。P、N、O 状態のベクトル自体は、通常の運転時にも出力されているため、この動作は通常運転の一部ととらえることがで

きるため、保護動作から通常運転への復帰をスムーズに行うことが可能である。

また、第2の基準値  $I_2$  は、第1の基準値  $I_1$  よりも大きなレベルであるが、ごく短時間であれば許容されるレベルである。電流値  $I$  が第2の基準値  $I_2$  以上となる状態は、機器の能力以上の動作を行うとした場合や、負荷の急変により発生する。しかし、即座に定格電流値まで戻す必要があるため、コントローラ1は、出力電流を急速に下げることができないゼロベクトル状態ではなく、ベースブロックによる保護動作を行う。

さらに、第3の基準値  $I_3$  は、第2の基準値  $I_2$  よりも大きなレベルであり、電流値  $I$  が第3の基準値  $I_3$  以上となる状態は、何等かの異常が発生した状態であり、安全を確認してから復旧する必要があるため、機器自身で自動的に復帰することはない。この状態をここでは緊急停止と表現している。

このように第1から第3の基準値  $I_1 \sim I_3$  を設定し、測定された電流値  $I$  の大きさにより保護動作の方法を切り替えるようにしているのは、軽度の異常の場合にはすぐに通常運転に復帰できるようにし、重度の異常の場合には安全確保のために即座に動作停止ができるようにするためである。つまり、機器に接続される負荷を運転する場合、できる限り運転を中断せずに、何等かの事故が発生した際には安全に停止動作を行いたいという要求を実現するためである。

本実施形態のマルチレベルPWMインバータ制御装置によれば、電流検出回路2により検出された電流値  $I$  が第1の電流値  $I_1$  以上となった場合、常にゼロベクトル状態となった後に、ベースブロック動作または非常停止動作が行われる。そして、通常動作からゼロベクトル状態となる際には先ず  $000$  状態となるように設定されている。そのため、保護動作が行われる直前のスイッチング素子の状態が  $P$ 、 $N$ 、 $O$  のいずれの状態であっても、電圧変化は直流電源3の半分の電圧に抑えられスイッチング素子が過電圧により破壊されることはない。

また、 $P$ 、 $N$ 、 $O$  という状態は通常動作の際にも使用される状態であるため、 $PPP$ 、 $OOO$ 、 $NNN$  というゼロベクトルの状態から通常動作への復帰をスムーズに行うことが可能であり、複雑なアルゴリズムを必要とせずに保護動作を行うことができる。

さらに、保護動作から通常動作へ復帰する際には、かならずゼロベクトル出力動作を経るようになっているため、保護動作から通常動作へ復帰する際にスイッチング素子が過電圧により破壊されることを防ぐことができる。

## 5 (第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態のPWMインバータ制御装置について説明する。

本実施形態のPWMインバータ制御装置は、図1に示した第1の実施形態のPWMインバータ制御装置に対して、コントローラ1の制御アルゴリズムが異なるのみであるため、以下の説明では図3のフローチャートを参照して本実施形態の  
10 PWMインバータ制御装置の動作を説明する。

まず、電流検出回路2により出力電流を検出してその電流値を $I$ とし（ステップ31）、コントローラ1は、この電流値 $I$ と上記の第2の基準値 $I_2$ との比較を行う（ステップ32）。ステップ32において、電流値 $I$ が第2の基準値 $I_2$ よりも小さい場合にはコントローラ1は通常運転を行う（ステップ33）。ステップ3  
15 2において電流値 $I$ が第2の基準値 $I_2$ 以上の場合、コントローラ1は通常動作を中止し、安全のためゼロベクトルを出力する（ステップ34）。ここでは、コントローラ1は、ゼロベクトルのうちの $000$ ベクトルのみを出力するようにしてもよい。そして、次にコントローラ1は、ベースブロックによる保護動作を行う（ステップ35）。そして、再度電流値 $I$ と第2の基準値 $I_2$ との比較を行い（ステップ  
20 プ36）、電流値 $I$ が基準値 $I_2$ 以上の場合、ベースブロック動作を継続する。ステップ36において電流値 $I$ が第2の基準値 $I_2$ より小さくなった場合、コントローラ1はゼロベクトルを出力した後（ステップ37）通常運転に復帰する（ステップ33）。ここでのゼロベクトルも、ステップ34と同様に、ゼロベクトルのうちの $000$ ベクトルのみを出力するようにしてもよい。このような処理が行わ  
25 れることにより、コントローラ1は保護動作から通常動作に復帰する前には必ずゼロベクトルを出力する動作を経るよう設定されていることになる。

本実施形態は、機能の少ない単純な構成の機器に接続されたモータを制御する場合のマルチレベルPWMインバータ制御装置に適用することを想定している。

そのため、単純に過電流を検出した場合、即座にベースブロック動作を行い、このベースブロック動作から通常運転に復帰する際に、このベースブロック動作の直前、直後に〇〇〇から始まるゼロベクトルを出力するようにしている。

- 5      ここで、本実施形態においても、上記で説明した第 1 の実施形態と同様に、最終的な保護として第 3 の基準値  $I_3$  を設け、最終的な保護としてインバータの動作を非常停止するよう動作させてもよいし、もしくはベースブロックの動作時間を積算し、ある一定期間以上動作が続いたら非常停止するようにしてもよい。

- 10     本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2002 年 6 月 12 日出願の日本特許出願（特願 2002-171256）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

15     <産業上の利用可能性>

- 20     以上説明したように、本発明によれば、マルチレベル PWM インバータ制御装置において、複雑な制御アルゴリズムを必要とせずに、通常動作から保護動作へ安全に切り替わり、また保護動作から通常動作に復帰する際にもインバータ本体の安全を確保するとともにスムーズな復帰を可能として、負荷として接続される機器にも安全な電力供給を行うことができるという効果を得ることができる。

## 請 求 の 範 囲

1. プラスレベルの直流母線電圧とマイナスレベルの直流母線電圧との間に各相毎に4つのスイッチング素子が直列接続されたPWMインバータ制御装置であって、

出力電流の電流値を検出する電流検出回路と、

前記電流検出回路により測定された電流値が予め設定された第1の基準値以上で前記第1の基準値よりも大きなレベルである第2の基準値よりも小さいレベルとなった場合、全ての相を、プラスレベルの直流母線電圧側から2番目と3番目のスイッチング素子がオンして前記直流母線電圧のプラスレベルとマイナスレベルの間の電圧である中間電位を出力している状態であるO状態から始まるゼロベクトルを出力し、前記電流値が前記第2の基準値以上で前記第2の基準値よりも大きなレベルである第3の基準値よりも小さいレベルとなった場合、前記ゼロベクトルを出力した後に全てのスイッチング素子をオフ状態とするベースブロック動作を行い、前記電流値が前記第3の基準値以上となった場合、非常停止を行うコントローラとを備えたPWMインバータ制御装置。

2. 前記コントローラは、ベースブロック動作を行ってから通常動作に復帰する際、ゼロベクトルの出力動作を行ってから通常動作への復帰を行う請求の範囲第1項記載のPWMインバータ制御装置。

3. プラスレベルの直流母線電圧とマイナスレベルの直流母線電圧との間に各相毎に4つのスイッチング素子が直列接続されたPWMインバータ制御装置であって、

出力電流の電流値を検出する電流検出回路と、

前記電流検出回路により測定された電流値が予め設定された基準値以上となった場合、全ての相を、プラスレベルの直流母線電圧側から2番目と3番目のスイッチング素子がオンして前記直流母線電圧のプラスレベルとマイナスレベルの間

の電圧である中間電位を出力している状態であるO状態とするようなゼロベクトルを出力してから、全てのスイッチング素子をオフ状態とするベースブロック動作を行い、前記電流値が前記基準値より小さくなった場合、全ての相を前記O状態とするようなゼロベクトルを出力してから通常運転に復帰するコントローラと

5      を備えたPWMインバータ制御装置。

4.      前記ゼロベクトルが、

全ての相が、プラスレベルの直流母線電圧側から2番目と3番目のスイッチング素子がオンして前記直流母線電圧のプラスレベルとマイナスレベルの間の電圧

10      である中間電位を出力している状態となるOOO状態から始まり、

全ての相が、プラスレベルの直流母線電圧側から1番目と2番目のスイッチング素子がオンして前記直流母線電圧のプラスレベルを出力している状態となるPPP状態と、全ての相が、プラスレベルの直流母線電圧側から3番目と4番目のスイッチング素子がオンして前記直流母線電圧のマイナスレベルを出力している

15      状態となるNNN状態との間にはからなずOOO状態となるようなベクトルである請求の範囲第1項から第3項のいずれか1項記載のPWMインバータ制御装置。

5.      プラスレベルの直流母線電圧とマイナスレベルの直流母線電圧との間に各相毎に4つのスイッチング素子が直列接続されたPWMインバータ制御装置

20      を制御するためのPWMインバータ制御方法であって、

出力電流の電流値を検出するステップと、

前記電流値が予め設定された第1の基準値以上で前記第1の基準値よりも大きなレベルである第2の基準値よりも小さいレベルとなった場合、全ての相を、プラスレベルの直流母線電圧側から2番目と3番目のスイッチング素子がオンして

25      前記直流母線電圧のプラスレベルとマイナスレベルの間の電圧である中間電位を出力している状態であるO状態から始まるゼロベクトルを出力するステップと、

前記電流値が前記第2の基準値以上で前記第2の基準値よりも大きなレベルである第3の基準値よりも小さいレベルとなった場合、前記ゼロベクトルを出力し



た後に全てのスイッチング素子をオフ状態とするベースブロック動作を行うステップと、

前記電流値が前記第 3 の基準値以上となった場合、非常停止を行うステップとを備えた P W M インバータ制御方法。

5

6. ベースブロック動作を行ってから通常動作に復帰する際、ゼロベクトルの出力動作を行ってから通常動作への復帰を行うステップをさらに備えた請求の範囲第 5 項記載の P W M インバータ制御方法。

10 7. プラスレベルの直流母線電圧とマイナスレベルの直流母線電圧との間に各相毎に 4 つのスイッチング素子が直列接続された P W M インバータ制御装置を制御するための P W M インバータ制御方法であって、

出力電流の電流値を検出するステップと、

15 前記電流値が予め設定された基準値以上となった場合、全ての相を、プラスレベルの直流母線電圧側から 2 番目と 3 番目のスイッチング素子がオンして前記直流母線電圧のプラスレベルとマイナスレベルの間の電圧である中間電位を出力している状態である O 状態とするようなゼロベクトルを出力するステップと、

前記ゼロベクトルを出力した後に全てのスイッチング素子をオフ状態とするベースブロック動作を行うステップと、

20 前記電流値が前記基準値より小さくなった場合、全ての相を前記 O 状態とするようなゼロベクトルを出力してから通常運転に復帰するステップとを備えた P W M インバータ制御方法。

8. 前記ゼロベクトルが、

25 全ての相が、プラスレベルの直流母線電圧側から 2 番目と 3 番目のスイッチング素子がオンして前記直流母線電圧のプラスレベルとマイナスレベルの間の電圧である中間電位を出力している状態となる O O O 状態から始まり、

全ての相が、プラスレベルの直流母線電圧側から 1 番目と 2 番目のスイッチン

グ素子がオンして前記直流母線電圧のプラスレベルを出力している状態となる P P P 状態と、全ての相が、プラスレベルの直流母線電圧側から 3 番目と 4 番目のスイッチング素子がオンして前記直流母線電圧のマイナスレベルを出力している状態となる N N N 状態との間にはからなず O O O 状態となるようなベクトルである請求の範囲第 5 項から第 7 項のいずれか 1 項記載の P W M インバータ制御方法。

5

図 1

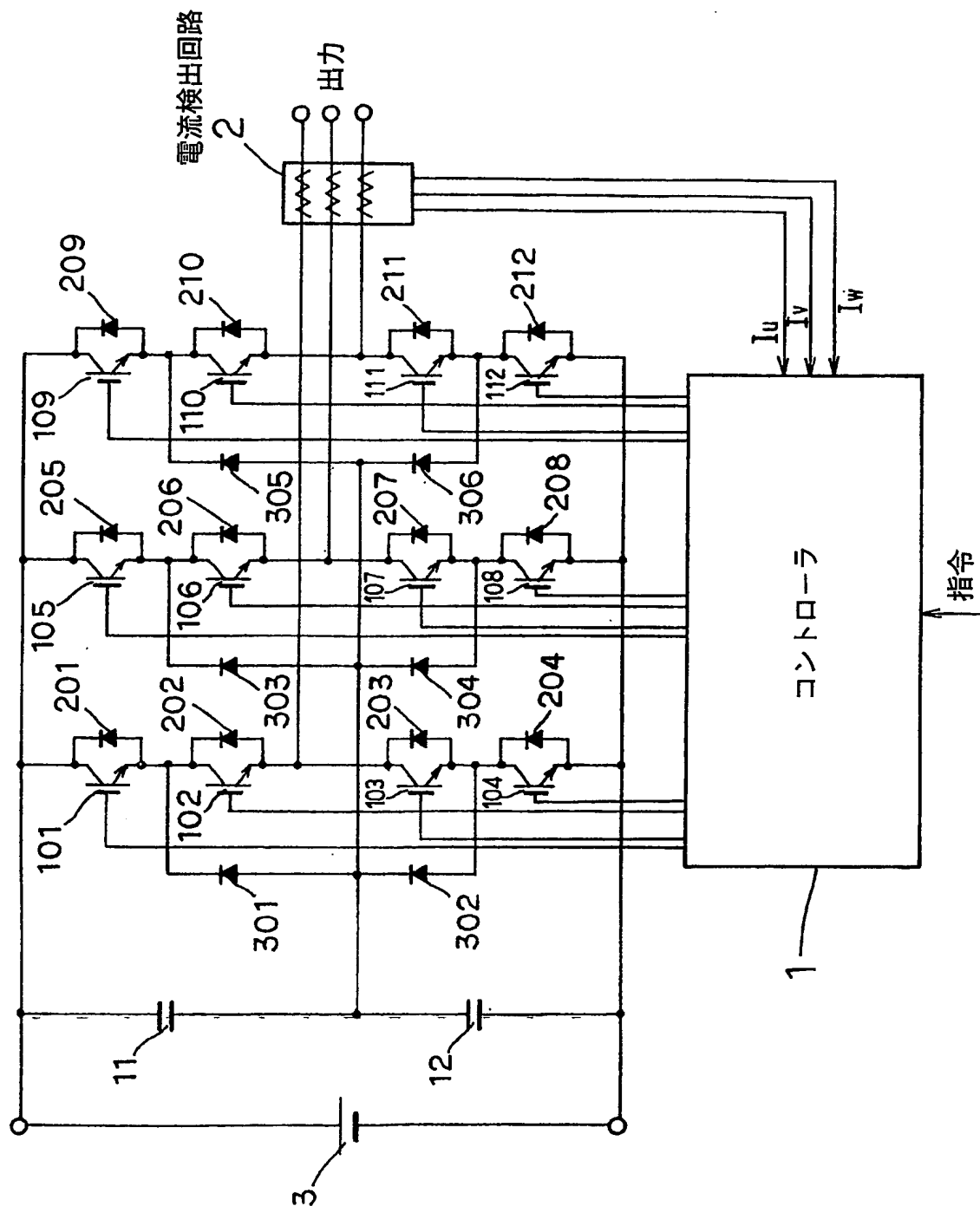


図 2

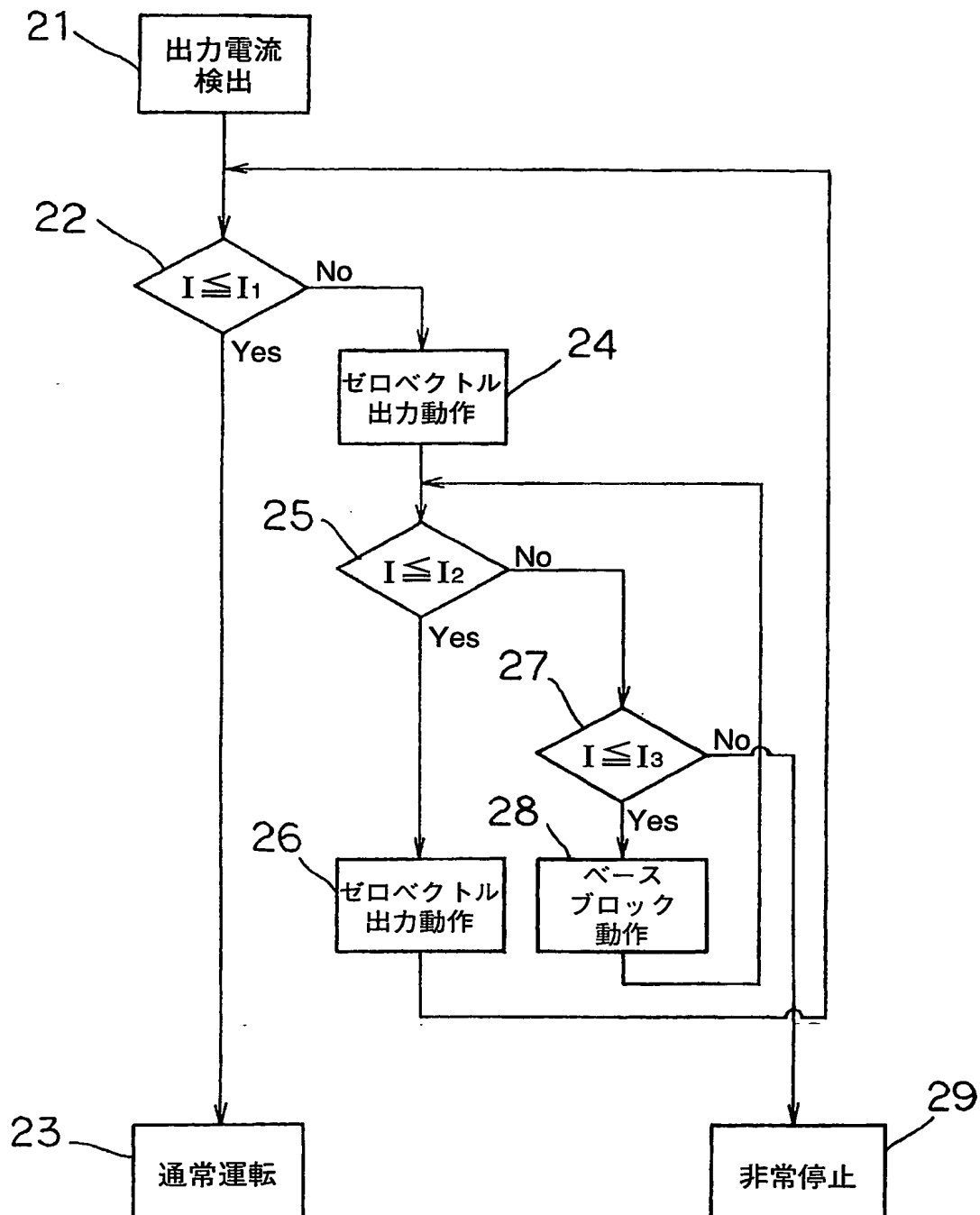


図 3

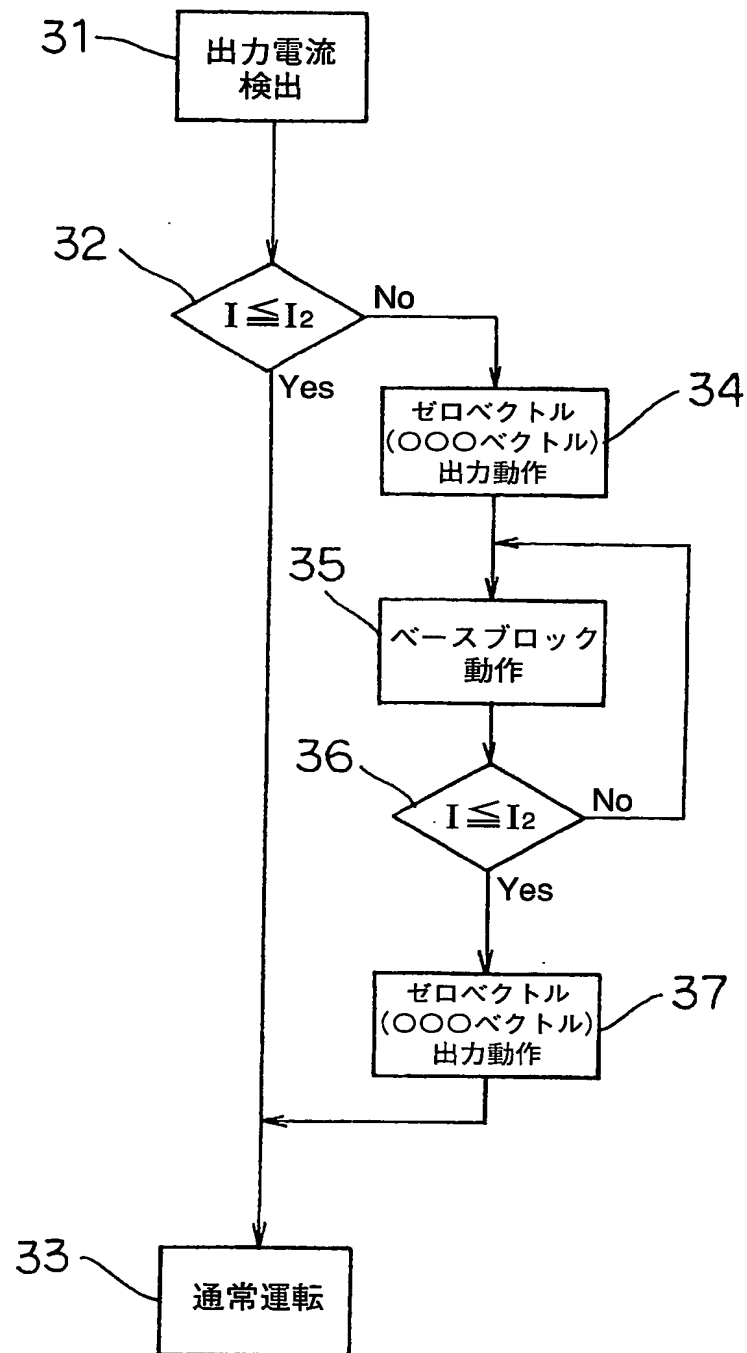
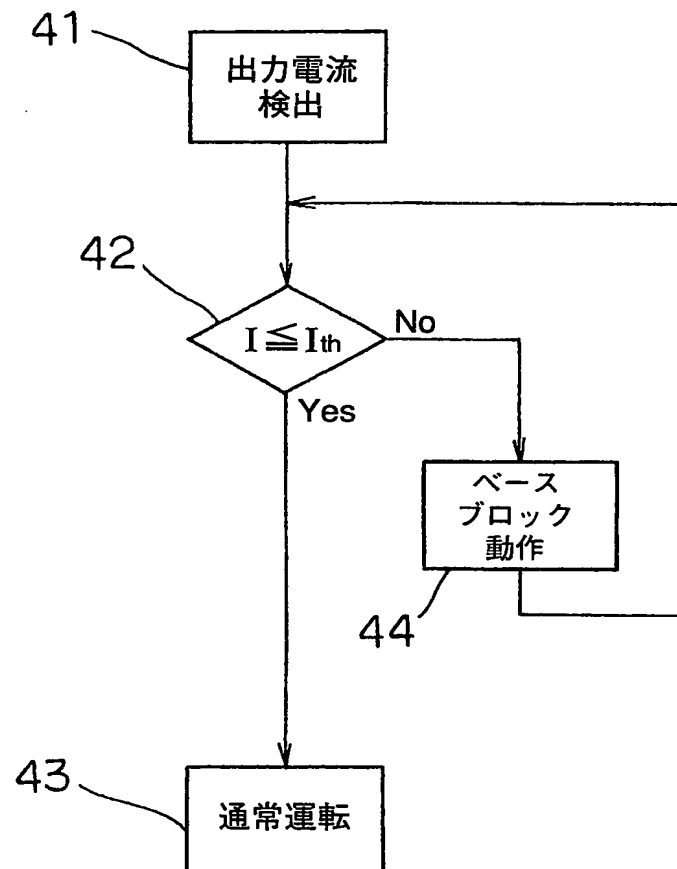


図 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07087

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H02M7/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> H02M7/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-164854 A (Hitachi, Ltd.), 19 June, 1998 (19.06.98), (Family: none)	1-8
A	JP 7-298623 A (Toshiba Corp.), 10 November, 1995 (10.11.95), (Family: none)	1-8
A	JP 4-275058 A (Toshiba Corp.), 30 September, 1992 (30.09.92), (Family: none)	1-8
A	JP 4-275057 A (Toshiba Corp.), 30 September, 1992 (30.09.92), (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
09 September, 2003 (09.09.03)

Date of mailing of the international search report  
24 September, 2003 (24.09.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 H02M 7/48

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 H02M 7/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 10-164854 A (株式会社日立製作所) 1998. 06. 19 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 7-298623 A (株式会社東芝) 1995. 11. 10 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 4-275058 A (株式会社東芝) 1992. 09. 30 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 4-275057 A (株式会社東芝) 1992. 09. 30 (ファミリーなし)	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 09. 03

国際調査報告の発送日

24.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

尾家 英樹



3V

9335

電話番号 03-3581-1101 内線 3356